

## **NOTA TÉCNICA**

### **FILTRAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA EM PENEIRAS ESTACIONÁRIAS INCLINADAS**

Rafael Oliveira Batista<sup>1</sup>, Rubens Alves de Oliveira<sup>2</sup>, Paulo Roberto Cecon<sup>3</sup>, José Antonio Rodrigues de Souza<sup>4</sup>, Raquel Oliveira Batista<sup>5</sup>

#### **RESUMO**

Este trabalho objetivou analisar a remoção de sólidos suspensos e óleos e graxas durante a filtração de água residuária de suinocultura em peneiras estáticas inclinadas. As peneiras foram construídas com telas de 47, 56, 77, 106 e 154 µm, montadas em um dispositivo com inclinação fixa de 25°. Amostras da água residuária foram coletadas a montante e a jusante das peneiras a cada 1 h, durante um período de 4 h, totalizando cinco repetições. Em laboratório quantificaram-se os sólidos suspensos e óleos e graxas das amostras. De acordo com os resultados obtidos concluiu-se que a peneira de 47 µm apresentou as maiores remoções de sólidos suspensos e óleos e graxas com valores de 21 e 11%, respectivamente.

**Palavras-chave:** dejetos líquido, tratamento de dejetos de suíno, telas metálicas.

#### **ABSTRACT**

##### **Filtration of Swine Wastewater in Stationary Inclined Screws**

This study was done to analyze the removal of suspended solids and oils and greases during filtration of swine wastewater through inclined stationary screws. The screws of 47, 56, 77, 106 e 154 µm were mounted in a device with fixed inclination of 25°. Samples of wastewater were collected upstream and downstream at hourly interval for 4 h, in five replicates. The suspended solids and oils and greases of the samples were quantified. The results showed that the 47 µm screws removed maximum quantity of suspended solids and oils and greases with value of 21 and 11%, respectively

**Keywords:** liquid manure, treatment of swine manure, metallic screens.

---

Recebido para publicação em 19.03.2007

<sup>1</sup> Eng. Agrícola, Doutor em Eng. Agrícola, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. E-mail: rafael@grupointec.com.br

<sup>2</sup> Eng. Agrícola, Prof. Adjunto, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

<sup>3</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto de Informática, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

<sup>4</sup> Eng. Agrícola, Doutorando em Eng. Agrícola, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

<sup>5</sup> Eng. Agrônoma, Mestranda em Eng. Agrícola, Depto de Eng. Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

## INTRODUÇÃO

Em 2006, o Brasil foi o quarto produtor mundial de carne suína, com produção de 2,8 milhões de toneladas, possuindo cerca de 33,6 milhões de animais. O estado de Minas Gerais possui o quarto maior rebanho de suínos do país com aproximadamente 3,6 milhões de animais, pouco mais de 10% do plantel nacional (ANUALPEC, 2006). As regiões da Zona da Mata e do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba respondem por 18,6 e 33,1%, respectivamente, do rebanho no estado (IBGE, 2005).

Um dos maiores problemas do confinamento de animais é a quantidade considerável de dejetos produzidos por unidade de área. Esses resíduos, se manejados inadequadamente, podem causar impactos negativos ao meio ambiente. De acordo com Alves (2004), a quantidade de dejetos líquidos em granjas suínicas com plantéis de 4.325 e 10.751 animais foi de 29 e 31 L suíno<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente, considerando a incorporação do excesso de água dos bebedouros e da higienização das instalações.

A utilização de águas residuárias de suinocultura na agricultura é uma alternativa para o controle da poluição das águas superficiais e subterrâneas, disponibilização de água e fertilizantes para as culturas, reciclagem de nutrientes e aumento da produção agrícola. Entretanto, para que isso possa se tornar uma prática viável, é preciso aperfeiçoar as técnicas de tratamento, aplicação e manejo de águas residuárias de suinocultura.

O peneiramento tem como objetivo obter duas frações bem distintas das águas residuárias, uma líquida e a outra sólida. Além da remoção de sólidos sedimentáveis, o peneiramento pode remover alguns sólidos em suspensão (Steel & Mcghee, 1979).

As peneiras classificam-se em estáticas, vibratórias e rotativas. As estáticas são as mais simples, apresentando menor eficiência em relação às demais. Um tipo particular de peneira estática, segundo Chastain et al. (2001), é o que funciona com os resíduos lançados na tela sob pressão. Esse equipamento tem como vantagem possibilitar maior vazão processada, com pequena tendência à obstrução das aberturas em razão

do movimento do líquido que lava a peneira. O maior problema encontrado na operação com peneiras estáticas é causado pela fina camada de sólidos que se forma nessas peneiras, requerendo limpeza periódica (Merkel, 1981).

As peneiras vibratórias realizam movimentos oscilatórios tangenciais e verticais, que mantêm os resíduos em fluxo contínuo. Dessa maneira, realiza-se a separação da parte líquida da fração sólida. A vantagem da peneira vibratória é apresentar baixa tendência ao entupimento, comportando crivos de menor diâmetro do que a estática e, com isso, retendo maior quantidade de partículas finas (Gilbertson & Nienaber, 1978). De acordo com Merkel (1981) as peneiras vibratórias podem operar com maior concentração de sólidos nos efluentes (16 dag L<sup>-1</sup>) em relação às peneiras estáticas (9 dag L<sup>-1</sup>).

As peneiras rotativas são fabricadas em diversos modelos, podendo ser classificadas, dependendo do fluxo afluente, em: fluxo tangencial e fluxo axial. As peneiras de fluxo tangencial têm como característica a carga externa, ou seja, o resíduo líquido é carregado na parte superior do tambor, a fração líquida atravessa os crivos e deposita-se na parte inferior, enquanto a fração sólida adere à superfície e é removida por uma lâmina de raspagem (Merkel, 1981). A vantagem das peneiras rotativas é a sua operação de forma contínua com pequena ou nenhuma obstrução dos crivos e com capacidade de remover as partículas grosseiras e também as finas (Verley & Miner, 1974).

Estudos realizados com dejetos de animais indicaram que a eficiência de remoção de sólidos no peneiramento depende da distribuição do tamanho de partículas, do tamanho da abertura na tela e da concentração de sólidos no afluente (Chastain et al., 2001).

Zhang et al. (2003) obtiveram remoções de 27 e 37% nas concentrações de sólidos totais e suspensos de água residuária de bovinocultura tratada em peneira estacionária com abertura de 2 mm. Chastain et al. (2001) verificaram remoção de 20% na concentração de sólidos totais de água residuária de suinocultura tratada em peneira estacionária com abertura de 0,50 mm.

O presente estudo teve por objetivo analisar a remoção de sólidos suspensos e óleos e graxas durante a filtração de água residuária de suinocultura em peneiras estáticas inclinadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Unidade-Piloto de Tratamento e Aplicação Localizada de Água Residuária de Suinocultura do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Na área experimental a água residuária de suinocultura foi submetida as seguintes etapas de tratamento: 1) tanque de sedimentação de 211,7 m<sup>3</sup> para remoção de sólidos, apresentado na Figura 1a; 2) caixa de gordura de 8,6 m<sup>3</sup> para redução na concentração de óleos e graxas, conforme apresentado na Figura 1b e 3) peneiramento para filtração do efluente para uso em sistemas de irrigação por gotejamento, conforme destacado nas Figuras 1c e 1d.

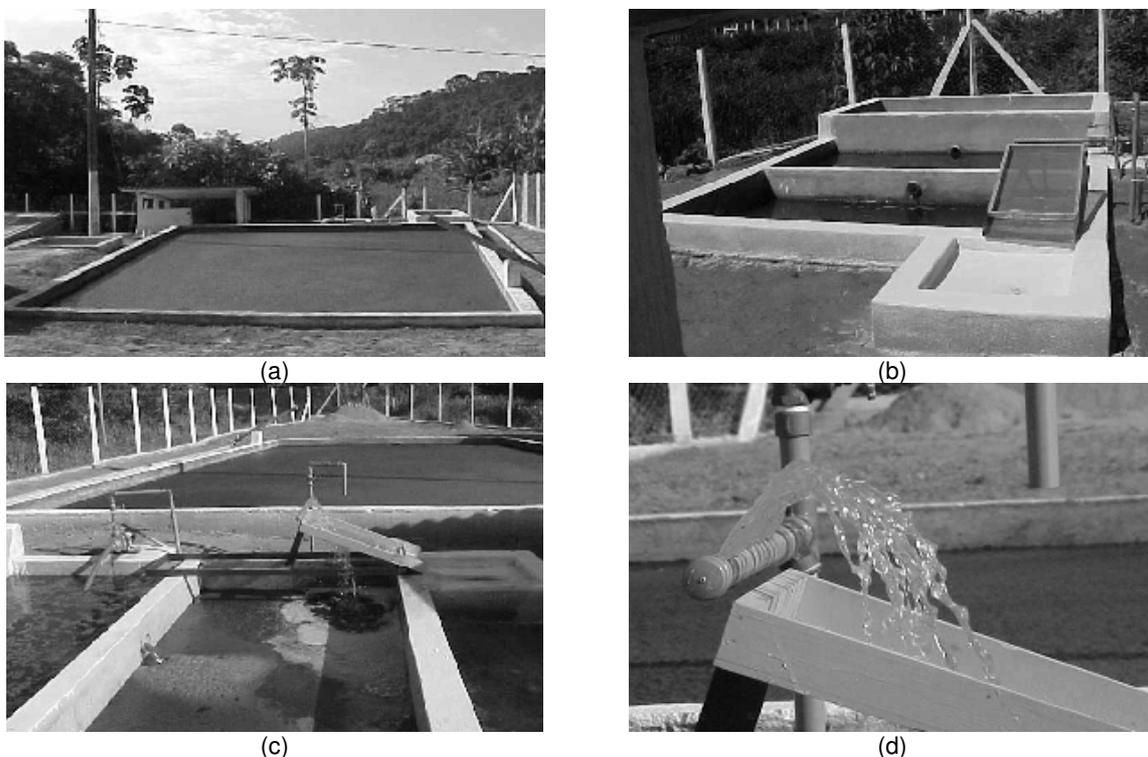
Com a finalidade de analisar as características sólidos suspensos e óleos e

graxas por meio da passagem da água residuária de suinocultura em diferentes peneiras, montou-se uma bancada de testes constituída de: um conjunto motobomba de 1 cv (utilizar sistema internacional de unidades), dois reservatórios de concreto de 7,1 m<sup>3</sup> e cinco peneiras nas dimensões de 0,50 x 0,80 m, conforme apresentado na Figura 1.

As peneiras foram constituídas de cinco telas com aberturas de 47, 56, 77, 106 e 154 µm, montadas em um dispositivo com inclinação fixa de 25° (Figura 1c). As especificações técnicas das telas estão apresentadas no Quadro 1. Essas telas foram utilizadas por serem capazes de remover partículas maiores que 1/10 da passagem do escoamento de água no gotejador, que representam risco potencial de entupimento (Keller & Bliesner, 1990).

**Quadro 1.** Especificações técnicas das telas que foram usadas no experimento

Abertura (µm)	Diâmetro do fio (µm)	Malha (mesh)	Área aberta (%)
47	36	300	34
56	40	250	31
77	50	200	37
106	60	150	38
154	100	100	37



**Figura 1.** Ilustração da bancada de testes destacando: (a) tanque de sedimentação, (b) vista frontal da bancada, (c) vista lateral da bancada e (d) entrada da água residuária na peneira.

Depois de passar pela caixa de gordura, o efluente foi armazenado em um reservatório de 7,1 m<sup>3</sup>. O conjunto motobomba recalrava o efluente até a parte superior da peneira por meio de seguimentos de tubos de PVC com diâmetro nominal de 0,032 m, dotados de perfurações circulares, conforme apresentado na Figura 1d. Durante o peneiramento a maioria do efluente atravessava as aberturas na tela, enquanto que uma pequena parte escoava sobre a tela, carregando os resíduos retidos, proporcionando sua limpeza.

O experimento foi realizado no período de 6 a 21 de março de 2006, sendo que a vazão média do efluente, mantida a montante da peneira, foi de 2 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>. A amostragem da água residuária de suinocultura foi realizada a montante e a jusante das peneiras com frequência horária durante um período de quatro horas, totalizando cinco repetições. As concentrações de sólidos suspensos e de óleos e graxas foram quantificadas no Laboratório de Qualidade da Água do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, sendo suas remoções calculadas com a aplicação da Equação 1.

$$R = 100 \left( 1 - \frac{C_J}{C_M} \right) \quad (1)$$

em que,

R = remoção de características físicas e químicas da água residuária, %;

C<sub>J</sub> = concentração de características físicas e químicas na água residuária coletada a jusante da tela, mg L<sup>-1</sup>; e

C<sub>M</sub> = concentração de características físicas e químicas na água residuária coletada a montante da tela, mg L<sup>-1</sup>.

As concentrações dos sólidos suspensos (SS) foram obtidas pelo método gravimétrico com a utilização de membranas de fibra de vidro (0,45 µm de diâmetro de poro); enquanto os óleos e graxas (OG) foram determinados por extração

com éter de petróleo (extrator Soxhlet). Como as coletadas de amostras nas peneiras não foram simultâneas, utilizou-se apenas a estatística descritiva para a interpretação dos dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 2, apresentam-se os valores médios e desvios-padrão das características sólidos suspensos (SS) e óleos e graxas (OG), obtidas a montante (M) e a jusante (J) de distintas peneiras operando com água residuária de suinocultura.

Verificou-se que as concentrações de SS e OG a montante das peneiras com aberturas de 47, 56, 77, 106 e 154 µm foram de 200 e 74 mg L<sup>-1</sup>, 165 e 57 mg L<sup>-1</sup>, 130 e 52 mg L<sup>-1</sup>, 236 e 43 mg L<sup>-1</sup> e 162 e 90 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. Os resultados foram superiores aos limites de 100 mg L<sup>-1</sup> de SS e 50 mg L<sup>-1</sup> de OG estabelecidos pela COPAM (1986) para lançamento de efluentes em corpos hídrico receptores do estado de Minas Gerais, com exceção da concentração de OG a montante da peneira com abertura de 106 µm.

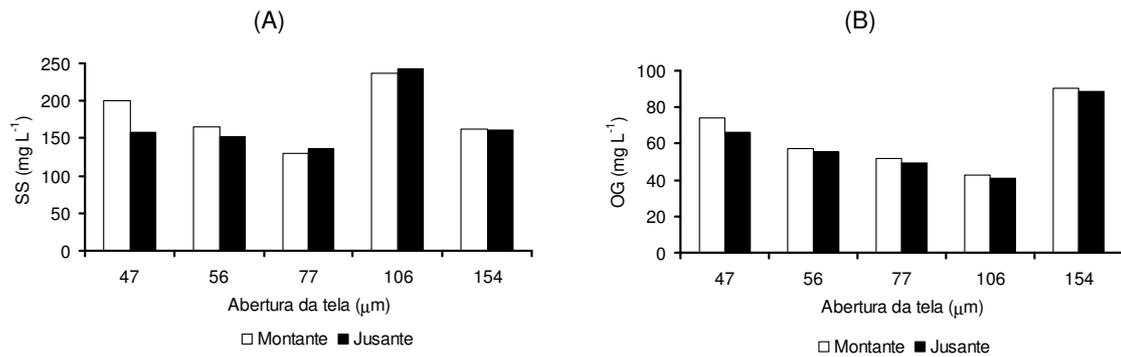
Notou-se também que as concentrações de SS e OG a jusante das peneiras com aberturas de 45, 56, 77, 106 e 154 µm foram de 158 e 66 mg L<sup>-1</sup>, 152 e 55 mg L<sup>-1</sup>, 136 e 50 mg L<sup>-1</sup>, 242 e 41 mg L<sup>-1</sup> e 161 e 89 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. Ainda assim, os valores de SS e OG continuaram sendo superiores ao limite de 100 mg L<sup>-1</sup> de SS e de 50 mg L<sup>-1</sup> de OG estabelecido pelo COPAM (1986), exceto os efluentes das peneiras com aberturas de 77 e 106 µm que apresentaram concentrações de OG de até 50 mg L<sup>-1</sup>.

Além disso, todas as concentrações de SS a montante e a jusante das peneiras foram superiores ao limite de 100 mg L<sup>-1</sup> de SS estabelecido por Bucks et al. (1979), que classifica o risco de entupimento de gotejadores como severo.

**Quadro 2.** Média e desvio-padrão das características sólidos suspensos (SS) e óleos e graxas (OG) obtidas a montante (M) e a jusante (J) de distintas peneiras operando com água residuária de suinocultura

Abertura (µm)	SS* (mg L <sup>-1</sup> )		OG* (mg L <sup>-1</sup> )	
	M	J	M	J
47	200 ± 124	158 ± 73	74 ± 48	66 ± 76
56	165 ± 160	152 ± 136	57 ± 24	55 ± 37
77	130 ± 44	136 ± 55	52 ± 30	50 ± 26
106	236 ± 50	242 ± 56	43 ± 14	41 ± 19
154	162 ± 49	161 ± 41	90 ± 66	89 ± 73

\*Resultados de cinco repetições.



**Figura 2.** Comparação dos valores médios de sólidos suspensos (A) e de óleos e graxas (B) de amostras de água residuária de suinocultura coletadas a montante e a jusante de telas metálicas.

Em geral, a passagem do afluente através das peneiras alterou as concentrações de SS e OG no efluente, conforme apresentado na Figura 2. As remoções de SS nas peneiras com aberturas de 47, 56, 77, 106 e 154 μm foram de 21, 8, -5, -3 e 1%, respectivamente. Resultados semelhantes são apresentados por Puig-Bargués et al. (2005), que obtiveram remoções de SS de 32 e -5%, 21 e -2% e 23 e -7% em filtros de tela com aberturas de 98, 115 e 178 μm operando com efluente da indústria de carne e esgoto doméstico secundário, respectivamente.

Nas peneiras com aberturas de 106 e 154 μm a concentração de SS no efluente foi maior do que no afluente, resultando em valores negativos da remoção de SS. Observou-se durante a filtração do afluente que parte das partículas ficou retida sobre a tela. Devido à inclinação da peneira, ocorreu o transporte dessas partículas pelo afluente que escorreu sobre a tela, por esta razão muitas partículas deformáveis foram fragmentadas e forçadas a atravessarem as aberturas da tela. Um processo semelhante é proposto para a filtração de águas residuárias com filtros de areia, tela e discos (Adin, 1987; Adin & Sacks, 1991; Puig-Bargués et al., 2005).

Em relação à OG, as peneiras com aberturas de 47, 56, 77, 106 e 154 μm apresentaram remoções de 11, 4, 4, 5 e 1%, respectivamente. Constatou-se que a peneira dotada de tela com abertura de 47 μm foi a que apresentou as maiores remoções de SS e OG.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados, conclui-se:

- Os efluentes de todas as peneiras apresentaram risco severo de entupimento de gotejadores em relação à concentração de sólidos suspensos.
- As peneiras com aberturas de 56, 77, 106 e 154 μm apresentaram baixas remoções tanto de sólidos suspensos quanto de óleos e graxas, devido ao prévio tratamento do efluente em tanque de sedimentação antes do teste.
- A peneira com abertura de 47 μm apresentou as melhores remoções médias de 21 e 11% para as características sólidos suspensos e óleos e graxas, respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADIN, A.; SACKS, M. Dripper-clogging factors in wastewater irrigation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 117, n. 6, p. 813-826, 1991.
- ADIN, A. Clogging in irrigation systems reusing pond effluents and its prevention. **Water Science Technology**, London, v. 19, n. 12, p. 323-328, 1987.
- ALVES, R.V. **Avaliação do desempenho de lagoas de estabilização para o tratamento de dejetos de suínos: aspectos microbiológicos**. Viçosa: UFV, 2004, 118 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA-ANUALPEC. São Paulo: Instituto FNP, 2006, 369p.

BUCKS, D.A.; NAKAYAMA, F.S.; GILBERT, R.G. Trickle irrigation water quality and preventive maintenance, **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 2, n. 2, p. 149-162, 1979.

CHASTAIN, J.P.; LUCAS, W.D.; ALBRECHT, J.E.; PARDUE, J.C.; ADAMS, J.; MOORE, K. P. Removal de solids and major plant nutrients from swine manure using a screw press separator. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v.17, n.3, p.355-363, 2001.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - COPAM (1986). Deliberação Normativa nº 10 de 16 de dezembro de 1986. Estabelece normas e padrões para a qualidade das águas e para o lançamento de efluentes nas coleções de águas. Belo Horizonte, 1986. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=91>. Acesso em: 28 de dezembro de 2006.

GILBERTSON, C.B.; NIENABER, J.A. Separation of coarse solids from beef cattle manure. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.21, n.6, p. 1185-1188, 1978.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção da pecuária municipal. Rio de Janeiro, v. 33, 38 p, 2005.

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibook, 1990. 649 p.

MERKEL, A.J. **Managing livestock wastes**. Westport: Avi Publishing Company, 1981. 419 p.

PUIG-BARGUÉS, J.; BARRAGÁN, J.; RAMÍREX de CARTAGENA, F. Filtration of effluents for microirrigation systems. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.48, n.3, p.969-978, 2005.

STEEL, EW.; MCGHEE, T.J. Water supply and sewerage. 5. ed. New York: **McGraw-Hill Book Company**, 1979. 665 p.

VERLEY, W.E.; MINER, J.R. A rotating flighted cylinder to separate manure solids from water. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.17, n.3, p. 518–520, 1974.

ZHANG, R.H.; YANG, P.; COLLAR, C.A.; HAM, L. Treatment of flushed dairy manure by solid-liquid separation and lagoon aeration. In: INTERNATIONAL ANIMAL AGRICULTURAL AND FOOD PROCESSING WASTES, 9., 2003, North Carolina. **Proceedings...** St Joseph: ASAE, 2003. p. 496-503.